# 異周速加熱圧延による AZ31 マグネシウム合金板の性質

日大生産工(院) 五十嵐 大輔 日大生産工 菅又 信,金子 純一,久保田 正広

### 1. 緒言

Mg は実用金属中最も軽量であり,比強度,減衰能特性など様々な優れた特性を持つ.また,リサイクル性にも優れ,海水中にも豊富に含まれることからアルミニウムの代替材としての利用が増えつつある.

しかし,板材からのプレス製品として利用するには,常温での成形性に劣ることや強い 異方性を示すことなど,様々な課題があり板 材の使用量は極めて少ない.

本研究では,新しく導入した異周速加熱ロール圧延機により,通常の同周速圧延に比べて高いひずみを付与して,Mg 合金板を作製し,その機械的性質,集合組織,成形加工性を評価する.プレス成形性に優れた Mg 合金板材を得ることが最終的な目的である.

#### 2. 圧延板作製方法

直径 155mm の AZ31 合金鋳塊(厚さ5.0mm)から 100mm 角のブロックを切り出して,両面を厚さ 3.0mm まで面削した.その後,Ar ガス雰囲気中で 673K,1440minの均質化熱処理を施し圧延スタート材とした.

圧延はすべて1パスあたりの圧下率を10% とした.圧延は,同周速圧延(Symmetric rolling)と異周速圧延(Asymmetric rolling) の2条件で行う. Table.1 に上下ロール駆動 歯車のギア比と圧延速度を示す.異周速圧延 では上ロールの速度を高くした.

Table.1 Gear ratio and roll speed of finish rolling

Rolling	Upper gear teeth	Lower gear teeth	Gear ratio		Lower roll speed (m/min)
S	28	28	1:1	3.00	3.00
Α	20	36	1.8:1	3.00	1.67

圧延板の最終板厚は 0.8mm であり,圧延条件はアルファベットと数字を用いて表記した.アルファベットは異周速と同周速を区別して,数字の下二桁が圧延温度である.なお,上二桁は圧延スタート時の鋳塊の厚さである. Table.2 に圧延条件と板材の名称を示す.

ロール面には黒鉛系潤滑剤を圧延前に塗布した.なお,異周速圧延は潤滑剤の塗布を再度行うため 5 パス目で中間焼きなまし(圧延温度で 10min)を行ない,その後最終パスまで続けて圧延を行った.同周速圧延については,中間焼きなましを加えずに最終板厚まで圧延した.

なお,圧延を全く行わない鋳造材について も厚さ 0.8mm に加工して諸特性を調べた. A0320 の条件による板材は作製途中である.

Table.2 Rolling conditions of test sheet

Thickness before rolling (mm)	Gear	Tempereture of roll ( )	Thickness (mm)	Designation	Total rolling reduction (%)
3	S	200	0.8	S0320	73.3
		250		S0325	
		300		S0330	
	Α	200		A0320	
		250		A0325	
		300		A0330	

# 3. 試験方法

### 3.1 組織観察

各圧延板、および鋳塊から 10mm 角程度の大きさに切り出した試料を樹脂に埋め、エメリー紙で研磨した後バフ仕上げを行った試験片にエッチング処理を行ない、組織観察を行った・倍率は 500 倍を用いて、チンマー法により平均結晶粒径を求めた・

Properties of asymmetrically rolled AZ31 magnesium alloy sheets by heated roll mill.

Daisuke IGARASHI, Makoto SUGAMATA, Junichi KANEKO and Masahiro KUBOTA

### 3.2 硬さ試験

樹脂に埋め込んだ試験片の硬さをビッカース硬度計で測定した.異周速圧延板,同周速圧延板ともに上ロール接触面を硬さの測定面とした.

#### 3.3 引張試験

各圧延板より圧延方向に対して0°,45°,90°の3方向から試験片を採取した.また,鋳塊からも引張試験片を採取した.試験温度は常温,200 ,300 の3条件で行った.引張速度は3mm/minで行ない,引張強さ,伸び,n値(加工硬化指数),r値(塑性ひずみ比)を測定した.1条件について3本試験を行ない,各平均値を測定値とした.

### 3.4 エリクセン試験

各圧延板,および鋳塊から 75mmの円形ブランク試験片を作製した.試験は上ロール接触面側をポンチ側として,試験速度は6.0mm/min,試験温度は常温,200 ,300の3条件で行った.各条件3回試験を行ない,その平均値を測定値とした.なお,ポンチと板の間の潤滑にはテフロンシート(厚さ0.1mm)を用いた.

#### 3.5 深絞り試験

圧延板から円形ブランク加工して試験片とした.試験は上ロール接触面側をポンチ側として,直径30mmのポンチで,ポンチ速度を10.0mm/minとして限界絞り比を求めた.試験温度は常温で行ない,カップの破断あるいはしわが発生することなく絞り込まれたブランク直径をから,限界絞り比を決定した.

#### 3.6 集合組織試験

圧延板から直径 40mm の試験片をエメリー紙で#2000 まで表面研磨した後に,バフ研磨した.

集合組織は X 線回折装置(株式会社リガク製)を使用し,シュルツの反射法によって極点図を求めた.

# 4. 試験結果および考察

#### 4.1 組織観察

圧延温度 300 における同周速圧延板の200倍の組組織写真を Fig.1 に示す.また,同倍率の異周速圧延板を Fig.2 に示す.いずれの写真についても,左が圧延方向である.異周速圧延板,同周速圧延板ともに圧延方向に対して伸びた結晶粒は認められず,圧延中に再結晶した等軸粒が認められる. Table.3 に各圧延板の平均結晶粒径を示す.圧延温度が高くなると結晶粒径が大きくなり,異周速圧延板と同周速板で平均結晶粒径は同程度であった.

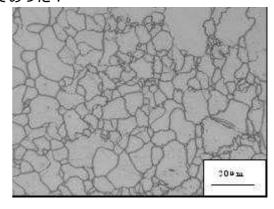


Fig.1 Optical micrograph of S0330

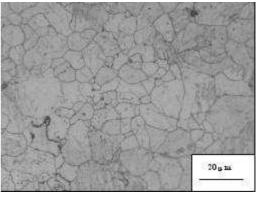


Fig.2 Optical micrograph of A0330

Table.3 Grain size of rolled sheet

	Designation	Grain size
Asymmetric rolling	A0320	
	A0325	3.2
Asy	A0330	7.3
Symmetric rolling	S0320	1.2
	S0325	3.3
	S0330	7.2

# 4.2 硬さ試験

各圧延板の硬さを Fig.3 に示す. 異周速圧延板,同周速圧延板ともに圧延温度が下がるにつれて硬さが高くなる. これは,圧延温度が低くなると,加工硬化が残留することに加えて結晶粒径が小さいことによる. また,同じ圧延温度で比較した場合,わずかであるが同周速圧延板が異周速圧延板よりも硬さが高い傾向である.

### 4.3 引張試験

Fig.4 に各圧延板の常温における引張強さを示す.異周速圧延板,同周速圧延板ともに, 圧延温度が低下するとともに,引張強さは向上している.この結果も硬さと同様に,加工硬化の残留と結晶粒径の影響による.同圧延温度で比較した場合,異周速圧延板と同周速圧延板での引張強さの差はほとんど確認されなかった.

Fig.5 に各圧延板の常温における伸びを示す.圧延温度が下がるにつれて,伸びが向上する傾向であり,同周速圧延板に比べて異周速圧延板の伸びが高い.

Fig.6 に各圧延板の常温における n 値を示す . 異周速圧延板では , 圧延温度が高くなるにつれ ,n 値が向上する .同周速圧延板では , 異周速圧延板よりも高い n 値を示した .

Fig.7 に各圧延板の常温における r 値を示す . 同周速圧延板では , r 値は圧延温度に関係なく , ほぼ一定の値を示した . 異周速圧延板は高い r 値を示した .

# 4.4 エリクセン試験

Fig.8 に各圧延板の常温におけるエリクセン値を示す.圧延温度を下げることによって同周速圧延板では若干エリクセン値の向上が見られたが,異周速圧延板はほぼ同程度であった.しかし同圧延温度で比較した場合,異周速圧延板が同周速圧延板より若干高いエリクセン値を示した.また,鋳塊材が圧延材よりも高いエリクセン値を示した.

# 4.5 深絞り試験

Fig.9 に各圧延板の常温における限界絞り 比を示す、圧延温度を下げることによって若

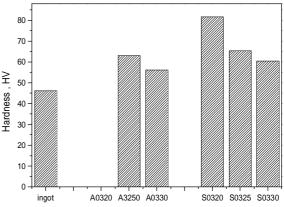


Fig.3 Hardness of rolled sheet

at room temperature

300 250 250 100

Fig.4 Tensile strength of rolled sheet

S0320 S0325 S0330

A0320 A0325 A0330

Fig.5 Elongation of rolled sheet at room temperature

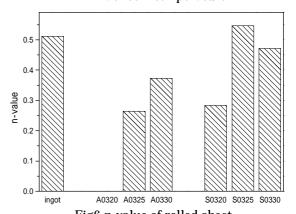


Fig6 n-value of rolled sheet at room temperature

干の限界絞り比の低下が見られた.また,圧延温度が同じであれば,限界絞り比は異周速圧延板でも同周速圧延板でもほぼ変わらなかった.

# 4.6 集合組織試験

Fig.10に圧延温度 250 による異周速圧延板の集合組織を示す.極点図中心部に強い集積が認められた.六方晶の(0001)面が圧延面と平行に配列した強い結晶集合組織である.圧延条件による集合組織の大きな変化は認められなかった.

#### 5. 結言

- (1) 引張強さ,硬さ,結晶粒径においては, 圧延温度が同じ条件では,異周速圧延板, 同周速圧延板の間に大きな差は認められ なかった.
- (2) 異周速圧延板が同周速圧延板より高い伸びを示した.
- (3) 異周速圧延板が、同周速圧延板よりも高いエリクセン値を示した。
- (4) 異周速圧延板,同周速圧延板,また圧延 温度の変化による影響は少なく,同程度 の限界絞り比を示した.
- (5) 圧延条件による底面集合組織への影響はほとんどなく,ほぼ同じ形状の極点図が観察された.

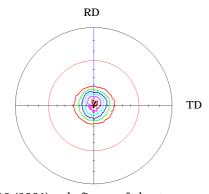


Fig.10 (0001) pole figure of sheets by asymmetric rolled(A0325)

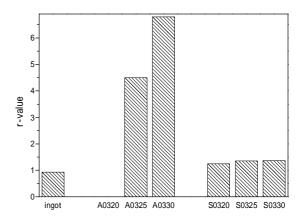


Fig. 7 r-value of rolled sheet at room temperature

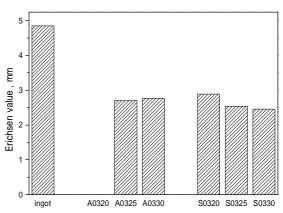


Fig.8 Erichsen value of rolled sheet at room temperature

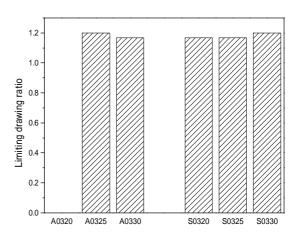


Fig.9 Limiting drawing ratio of rolled sheet at room temperature